T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

KANAT BAKIMI

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 2
1. KANAT CIVATALARINI TORKLAMA 3
1.1. Tork Anahtarını İstenilen Değerde Ayarlama 3
1.2. Tork Anahtarıyla Cıvataları Sıkma 6
1.1.1. İşlem Basamakları 6
1.2.2. Gevşek ya da Eksik Cıvata veya Somun Olması Durumunda İzlenmesi Gereken Yöntem 6
1.2.3. Kontrol Edilen Vidalı Bağlantıları Korumaya Alma 6
UYGULAMA FAALİYETİ 11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 17
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 18
2. KANAT HASARLARINI GİDERME 18
2.1. Kanat Arıza Çeşitleri 20
2.1.1. Yıldırım Hasarları 20
2.1.2. Üretim ve Nakliye Hasarları 21
2.1.3. İç –Yapısal Hasarlar 21
2.1.4. Ön Kep (Hücum Kenarı) Erozyonu 21
2.1.5. Ayrılma Hasarları 21
2.1.6. Yapısal Çatlaklar 22
2.2. Kanat Üzerindeki Çatlak ve Kırık Hasarları 22
2.2.1. Giriş Lombozlarının Contalarına Silikon Spreyi Püskürtme 23
2.2.2. Dahili Görsel Kontrol 23
2.2. Kanat Temizliği 24
UYGULAMA FAALİYETİ 26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 28
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 29
3. YILDIRIM KORUMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ 29
3.1. Yıldırım Koruma Sisteminin Bağlantılarını Kontrol Etmek 31
3.2. Yıldırım Koruma Sisteminin Kablo Hatlarını Kontrol Etmek 32
UYGULAMA FAALİYETİ 34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 36
ÖĞRENME FAALİYETİ–4 37
4. TOPRAKLAMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ 37
ÖĞRENME FAALİYETİ–4 37
4.1. Topraklama Sisteminin Bağlantılarını Kontrol Etme 38
4.2. Topraklama Sisteminin Kablo Hatlarını Kontrol Etme 39
UYGULAMA FAALİYETİ 40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 41
MODÜL DEĞERLENDİRME 42
CEVAP ANAHTARLARI 43
KAYNAKÇA 45

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Rüzgâr Enerjisi Sistemleri**
MODÜLÜN ADI	**Kanat Bakımı**
MODÜLÜN TANIMI	Rüzgâr türbinlerinde kanat bakımını öğrenme ile ilgili bilgilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Rüzgâr türbinlerinde kanat bakımlarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Rüzgâr enerjisi sistemleri atölyesi ortamı sağlandığında türbin kanat bakımını yapabileceksiniz. **Amaçlar** 1.Kanat cıvatalarını torklama yapabileceksiniz. 2.Kanat üzerindeki küçük kanatçıkların kontrolünü yapabileceksiniz. 3.Yıldırım koruma sisteminin kontrolünü yapabileceksiniz. 4.Topraklama sisteminin kontrolünü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Rüzgâr türbini, rüzgâr tarlası, okul staj alanı **Donanım:** Bakım için gerekli kılık kıyafet ve donanım, torkmetre, elektrik ölçü aletleri, tamir bakım malzemeleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Ülkemizin kendi tükettiği enerjiyi yerli ve yenilenebilir enerjiden karşılaması ekonomik olduğu kadar çevre bilinci için de çok önemlidir.

Enerji, dünyamızın en önemli ihtiyaçlarından biridir. Ülkemizin son otuz yılda enerji talebi yıllık ortalama %8 artış göstermiştir. Ülkemiz elektrik enerjisinin %38'lik kısmını doğal gazdan sağlamaktadır. Ülkemizin 2011 enerji ithali 50 milyar $ seviyesine gelmiştir.

Enerjinin yerli, güvenli ve çevreyi kirletmeyen kaynaklardan sağlanması devletimizin de hedefleri arasındadır. Ülkemizde rüzgâr türbinlerinde kurulu güç 1800 mw seviyesine ulaşmıştır. 2023 hedefi ise en az 20 000 mw seviyesine ulaşmaktır. Bu hedeflere ulaşmak, sizleri son teknoloji ile donatmakla sağlanacaktır.

Bu modül size yenilenebilir enerji kaynaklarında rüzgâr türbinlerinin kanat bakımı ile ilgili bilgileri kazandıracaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

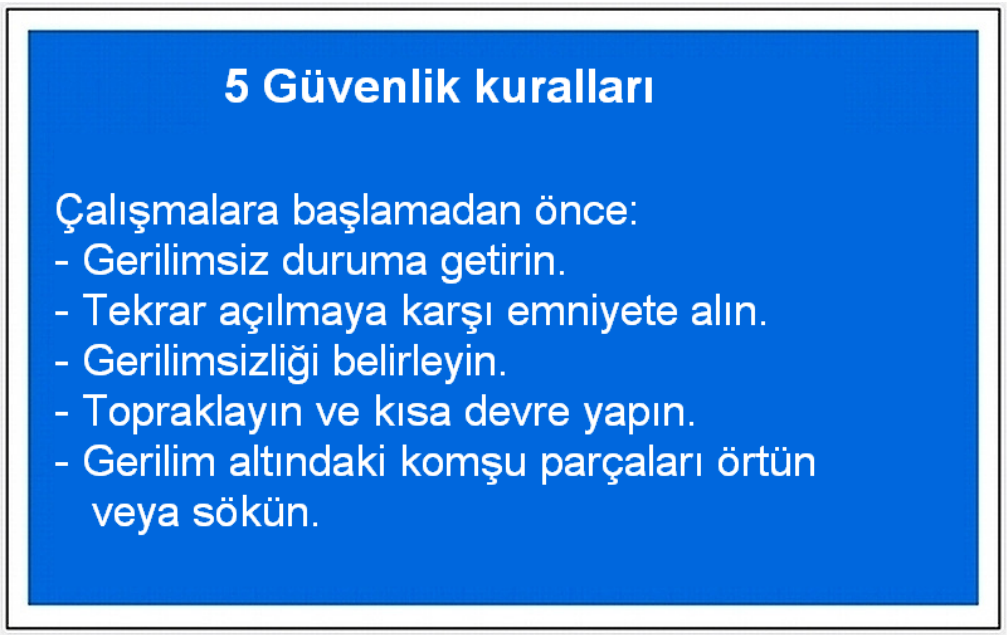
Cıvatalı birleştirmeleri tork ile sıkıp kontrol edebileceksiniz. Kanatların cıvatalarını torklamayı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenin rüzgâr türbinlerini geziniz.
- Cıvata sıkım metotlarını araştırınız.
- Cıvatalı birleştirmeler hakkında bilgi toplayınız.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini montaj aşamalarını inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde rüzgâr türbini, sanayi kuruluşu, büyük kapalı alanlar da (kapalı pazar yeri vb.) inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

Rüzgâr türbinlerinde bakım onarım yaparken 5 güvenlik kuralı kesinlikle uygulanmalıdır.



1. KANAT CIVATALARINI TORKLAMA

Rüzgâr türbinleri çok büyük parçalardan oluşmaktadır. Dış koşullara en açık kısım kanatlardır. Dış koşullar, çalışma şartları, çalışma sırasında maruz kalınan sarsıntılar kanat bakımının önemini artırmaktadır. Rüzgâr türbinlerinde birleştirme elemanlarının güvenli olabilmesi için belirli bir sıkma gerilmesinde sıkılmaları gerekmektedir.

Resim 1.1: Rüzgâr türbinlerinde kanat bağlantı saplamaları

1.1. Tork Anahtarını İstenilen Değerde Ayarlama

Rüzgâr türbinleri devamlı bir viprasyon ve salınım içerisinde çalışmaktadır. Bu çalışma koşulları sıkılan birleştirme elemanlarında zorlama, çözülme ve hasar görmelere sebep olabilmektedir.

RT kanat bakımları 1, 3, 4 numaralı bakımlarda standart olarak yapılmaktadır. Vidalı birleştirmeler de standart bakımlarda kontrol edilmektedir. Ancak bazı özel durumlarda bakımların dışında da kontroller yapılmaktadır.

Resim 1.2: Üç kanatlı rüzgâr türbini

Rüzgâr türbinlerinde ilk 500 saat, 6 aylık bakım, yıllık bakım ve 4 yıllık bakımlarda birleştirme elemanlarının kontrolleri büyük önem taşımaktadır.

Rüzgâr türbinlerinin içerisinde değişik çap ve markalarda birleştirme elemanları mevcuttur. Bu elemanların sıkma torkları da kontrol torkları da değişiklik göstermektedir.

RT kanatları içerisinde bulunan bağlantı elemanlarının tork hesapları cıvatanın çap, kalite ve durumuna göre değişir.

Rüzgâr türbini kanatları dört temel unsurdan oluşmaktadır. Bunlar;

- Kök,
- Spar,
- Aerodinamik kabuk veya kaporta,
- Kaplama sistemidir.

Resim 1.3: Hidrolik torkmetre ile uygulama

Vidalı bağlantıların kontrolü sırasında özellikle şunlara dikkat edilmelidir:

- Ön gerilim kayıpları
- Gevşek cıvatalar
- Eksik cıvatalar

UYARI: Vidalı bağlantılarda eski renk işaretleriyle tutarsızlık olması durumunda, tüm (% 100) vidalı bağlantıları öngörülen sıkma torku / ön gerilim açısından kontrol edilir.

Ön gerilim kayıpları olan cıvataların sayısı periyodik bakım raporunda belgelenir.

Kontrol edilen vidalı bağlantıları, somunun veya altı köşe cıvatanın başının yan yüzeyinde yeşil bir çizgiyle işaretlenir. Bir yapı grubunun tüm vidalı bağlantılarının kontrol edilmesi gerekiyorsa bu bağlantıların tümünün işaretlenmesi gerekir.

Rüzgâr türbinlerinde vida dişi büyüklüğü, kalite ve kullanıldığı yere göre cıvatalı birleştirmelerin sıkma torku ve konrol sayısı firmaların servis ve bakım çizelgelerinde verilmiştir. Her konrolde bu çizelgeler esas alınır.

ADI	Vida dişi Büyüklüğü	Kalite	Anahtar boyu (SW) [mm]	Sıkma torku [Nm]	Kontrol sayısı
***LM* rotor bıçağı - döner**	**M36**	**10.9**	**SW 55**	**2800**	**her 5.**
***NR* rotor bıçağı - döner**	**M36**	**10.9**	**SW 55**	**2400**	**her 5.**
Döner bağlantılar - Göbek					
Sıkma torkları, *HYTORC*	**M36**	**10.9**	**SW 55**	**3000**	**her 5.**
Hidrolikle sıkma, *ITH*	**Sadece gözle kontrol**				
Göbekteki diğer vida bağlantıları	**M16**	**10.9**	**SW 24**	**250**	**her 5.**
	M16	**8.8**	**SW24**	**170**	**her 5.**
	M12	**8.8**	**SW 19**	**71**	**her 5.**
	M10	**8.8**	**SW 17**	**41**	**her 5.**
	M8	**8.8**	**SW 13**	**20,5**	**her 5.**
	M6	**8.8**	**SW 10**	**8,5**	**her 5.**
Rotor göbeğindeki vidalı bağlantılar	**M24**	**8.8**	**Inb.19**	**600**	**her 2.**
	M16	**8.8**	**SW 24**	**170**	**her 2.**

Tablo 1.1: Rüzgâr türbini kanatları tork anahtarı sıkma çizelgesi

Rüzgâr türbinlerinde her bölüm ve her çeşit cıvatalı birleştirmeler için ayrı ayrı çizelgeler hazırlanmıştır. Bu çizelgelerde verilen değerlere göre torklama işlemi yapılmalıdır. Çizelgede vida dişi büyüklüğü, kalitesi, anahtar ağzı, sıkma torku ve hangi bakımda sıkılacağı gösterilmiştir.

Torkmetre ayarları için çizelgede gösterilen tork miktarı manuel veya hidrolik torkmetrede ayarlanır. Gerekli olan adaptör takılarak sıkmaya hazır hâle getirilir.

1.2. Tork Anahtarıyla Cıvataları Sıkma

Makine dairesinde jeneratör şanzıman, kavrama, jeneratör taşıyıcısı ve bağlantı kutularındaki sıkma torklarının kontrolü 1, 2 ve 4 tip bakımlarda uygulanmaktadır.

1.1.1. İşlem Basamakları

- Hasarlar açısından görsel kontrol yapılır.
- Vidalı bağlantıları kontrolü yapılır.
- Şanzıman kenetleme bölümlerinin cıvatalardaki koruyucu başlıkları çıkartılır.
- Sarı-kırmızı işaretli olmayan vidalı bağlantılarda sıkma torkları kontrol edilir.

Torkmetre çizelgede verilen sıkma tork kuvvetine göre ayarlanır, adaptör takılır, güvenlik kurallarına uyularak sıkma veya kontrol işlemi yapılır.

1.2.2. Gevşek ya da Eksik Cıvata veya Somun Olması Durumunda İzlenmesi Gereken Yöntem

- Uygunsuzluk raporu doldurulur.
- Hasarın nedeni açıkça montaj veya periyodik bakım hatasıyla ilişkilendirilemiyorsa cıvata hasarını belirleme protokolü doldurulur.
- Hasarlı vidalı bağlantılarının sayısı periyodik bakım raporunda "Notlar" sütununda belgelenir.
- Gerekiyorsa vidalı bağlantı servis asistanıyla varılan mutabakata uygun olarak değiştirilir.
- Değiştirilen vidalı bağlantı, öngörülen sıkma torku / ön gerilim değerine getirilir.
- Değiştirilen vidalı bağlantı, altı köşe cıvatanın başı sarı bir çizgiyle işaretlenir.

1.2.3. Kontrol Edilen Vidalı Bağlantıları Korumaya Alma

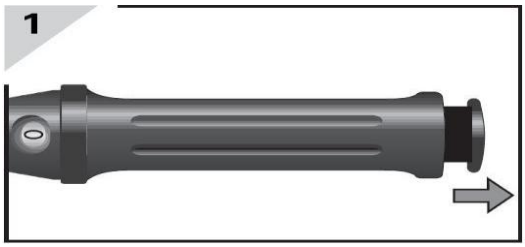
- Boyasız vidalı bağlantılar: Cıvata başlarına koruyucu mum püskürtülür.
- Boyalı vidalı bağlantılar: Renk katmanı düzeltilir.
- Bu sırada cıvata başlarındaki işaretlerin üzeri kapatmayınız!

UYGULAMA FAALİYETİ

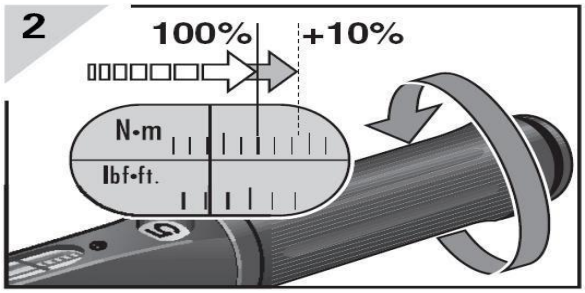
Aşağıda resmi verilen torkmetrenin çalışma uygulamasını yapınız?

Kullanılan araç ve gereçler: Torkmetre ve adaptörleri

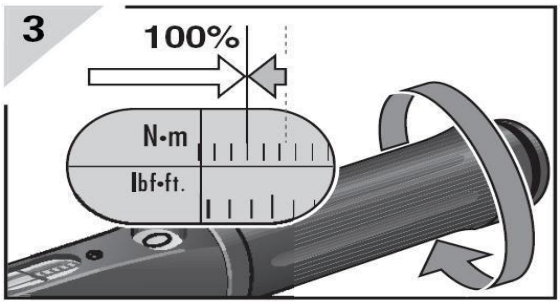
Torkmetre

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Rüzgâr türbin kanadı için tork anahtarını istenilen değerde ayarlayınız (Örnek olarak nasel içerisinde M16 8.8 cıvatanın 170 Nm olarak ayarlayalım.).  ➢ Sapın ucundaki kilitleme düğmesini dışarı çekiniz (Marka	➢ Dikkatli olunuz. ➢ İş güvenliğine dikkat ediniz. ➢ İş yerine ait araç, gereç ve ekipmanların kullanımına özen gösteriniz. ➢ Planlı ve organize olunuz.

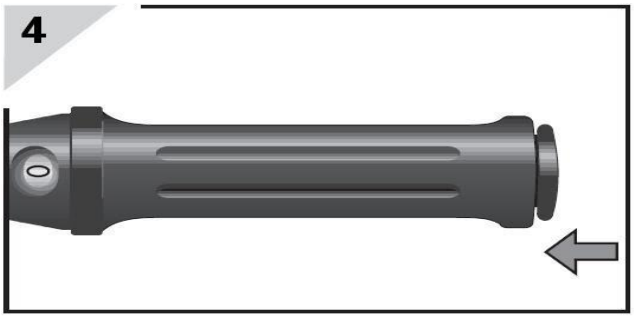
ve modellere göre farklılık gösterebilir.).



- Dönme momenti değerini ayarlamak için sapı saat ibresinin dönüş yönünde veya ters yönde döndürünüz (Moment değerini % 5-10 üzerinde ayarlayalım. Bu ayar 175-180 olabilir.).



- Daha önce fazlasıyla yüksek ayarlanmış olsa da % 5-10'u tekrar aslen arzu edilen dönme momenti değerine ayarlayınız (Göstergedeki doğru birime dikkat ediniz.). 170 Nm olarak ayarlanmalıdır.

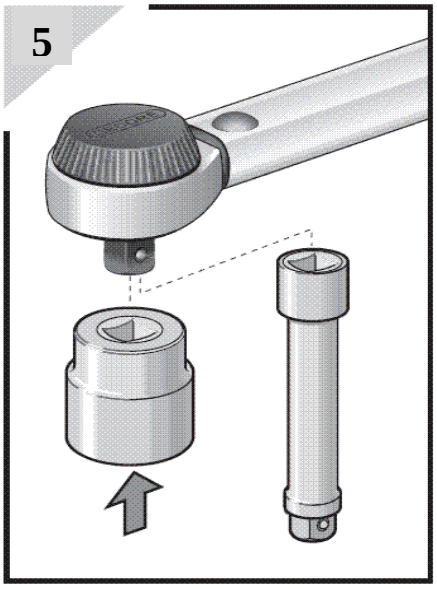


- Kilitleme düğmesini tekrar geçme yerine bastırınız (Marka ve modele göre kilitleyiniz.).

- İş disiplinine sahip olunuz.

- Dikkatli olmalı, güvenlik tedbirlerini almalı ve uygulamalısınız.

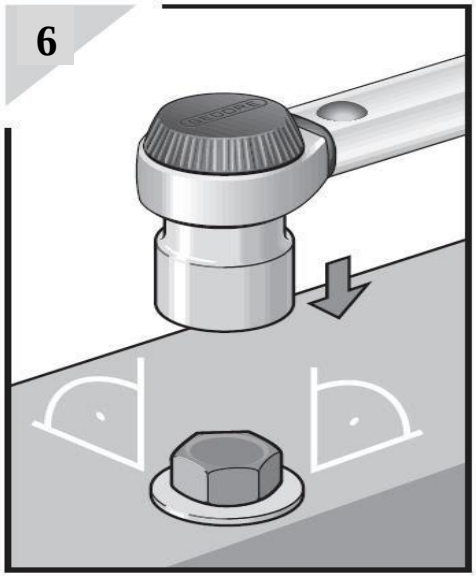
- Torkmetre ayarlarına dikkat ediniz.



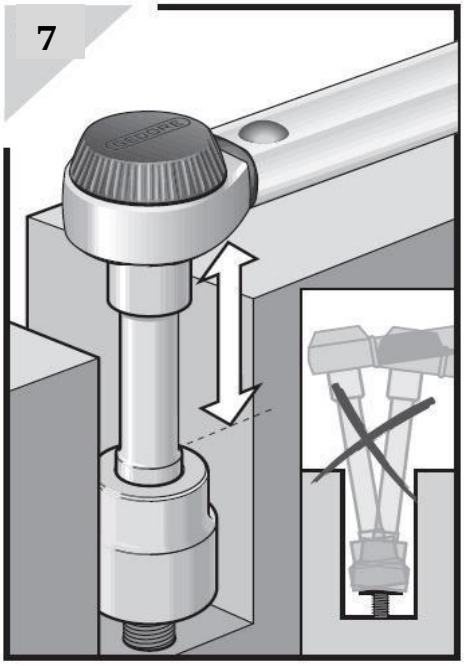
Kontrollü bir sağa sıkma için ilk ayarlanması gereken yer cırcır kafasının yönüdür.

Mümkün olan aksesuarı ve/veya uygun lokma ucunu torkmetrenin ucuna takınız.

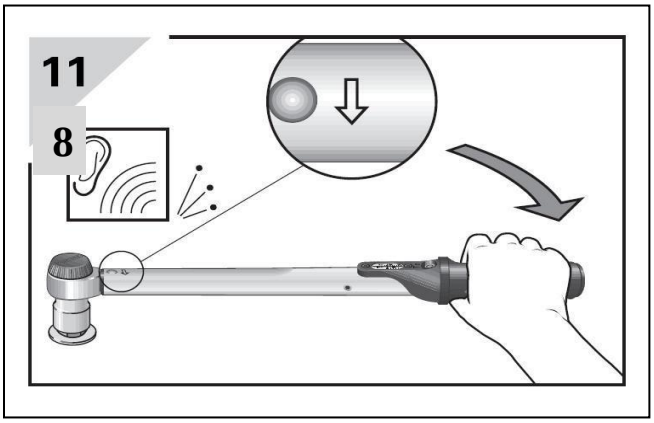
Torkmetre anahtarını lokma ile birlikte vidaya dik olarak uygulayınız.



- Torkmetre anahtarını lokma ile birlikte vidaya dik olarak uygulayınız.



- Ezilme ve kaymaları önlemek için torkmetre anahtarını uygun vidaya getiren uzatmayı seçiniz.

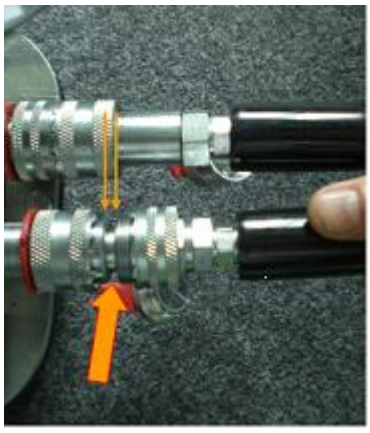


- Torkmetre anahtarını bir veya iki elle yalnızca sapından tutup anahtardan klik sinyali gelinceye kadar ok yönünde düzenli bir şekilde çekiniz. Tetiklenen işaret net bir şekilde hissedilebilir ve duyulabilir.

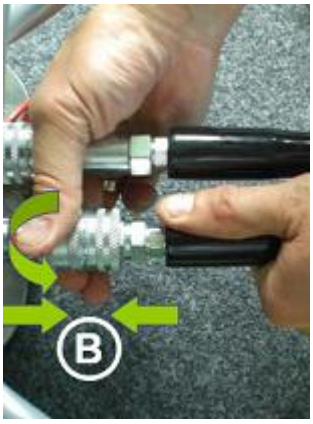
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen hidrolik torkmetrenin çalışma uygulamasını yapınız.

Kullanılan araç ve gereç:

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Rüzgâr türbin kanadı torklama işleminde tork anahtarı için uygun hidrolik hortumu seçiniz.  ➢ Hortum bağlantılarını sağlamak için dişi ve erkek yönlü kaplinleri karşılıklı gelecek şekilde takınız.	➢ Dikkatli olunuz. ➢ İş güvenliğine dikkat ediniz. ➢ İş yerine ait ➢ araç, gereç ve ekipmanların ➢ kullanımına özen ➢ gösteriniz. ➢ Planlı ve organize ➢ olunuz. ➢ İş disiplinine sahip olunuz.

(A).Kaplin bağlantılarını sıkmadan önce bakınız.



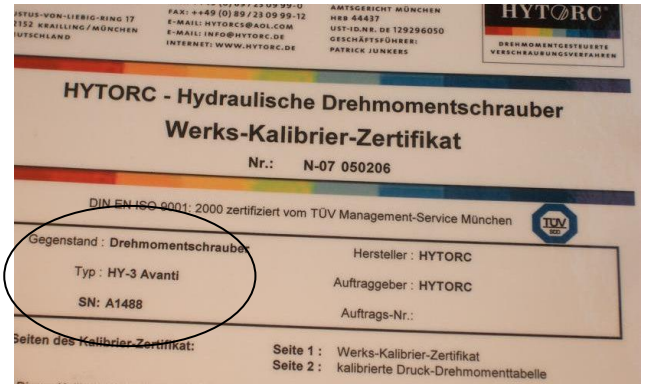
- (B) Herhangi bir hata olup olmadığını tekrar kontrol ediniz.

- Kaplin bağlantılarının söküm ya da bağlantı aşamasında pense gibi aletleri kesinlikle kullanmayınız. Kaplinlerin açma işlemleri için kaplin bağlantılarını yayların karşı yönüne doğru itip bağlantı cıvatalarını açınız. Bu işlem esnasında çok az da olsa hidrolik yağ damlayabilir. Bu durum normaldir.

- Güvenlik tedbirlerini almalı ve uygulamalısınız.

- Cıvatalama işlemine başlamadan önce sistemin sızdırmazlığı ve tork anahtarlarının fonksiyonu 700 bar üzeri basınçla test edilmelidir. Bunun için tork anahtarlarının kare tahrik mekanizmaları birkaç kez 700 bar basınçla öne doğru çalıştırılmalıdır.

- Basınç ve dönme momentini ayarlayınız.



HYTORC - Hydraulische Drehmomentschrauber
Werks-Kalibrier-Zertifikat
Nr.: N-07 050206
DIN EN ISO 9001: 2000 zertifiziert vom TÜV Management-Service München
Gegenstand : Drehmomentschrauber
Typ : HY-3 Avanti
SN: A1488
Hersteller : HYTORC
Auftraggeber : HYTORC
Auftrags-Nr.:
Seiten des Kalibrier-Zertifikat:
Seite 1 : Werks-Kalibrier-Zertifikat
Seite 2 : kalibrierte Druck-Drehmomenttabelle

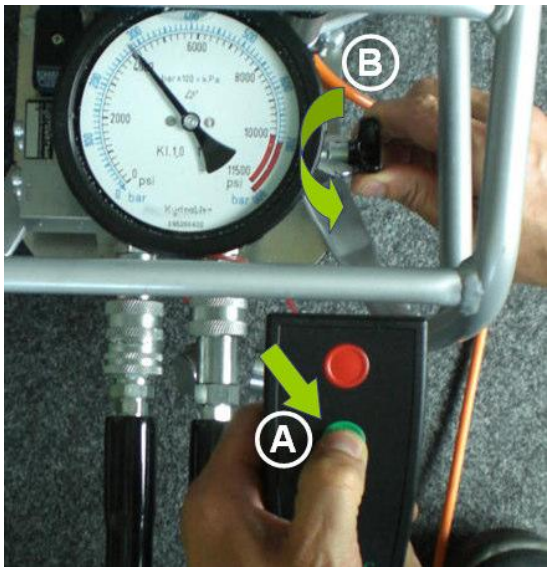
Seri numarasıyla kalibrasyon sertifikası

- Tork anahtarlarının bu sertifikalarla kullanıp düzenli olarak her yıl yeniden kalibrasyonunun yapılması tavsiye edilir.

- Ellerinizi hareketli noktalardan uzak tutunuz.

- Dayama kolunu doğru şekilde dayama noktasına ayarlayınız.

- Yukarıda yazanlar cıvataların sıkılma ve açılma aşamaları için geçerlidir.



- Pompa üzerindeki kontura somununu açıp pompayı çalıştırınız. Uzaktan kumanda üzerindeki (A) tuşunu basılı tutarak basınç ayarlama ventili (B) yardımıyla istenilen basıncı ayarlayınız. Basıncı, basınç ayarlama ventilinin yanındaki manometre yardımıyla okuyabilirsiniz. Cıvata bağlantısı için gerekli dönme momentinin seçilebilmesi için kalibrasyon tabelasının arka kısmındaki 20'lik dilimler hâlinde hazırlanmış olan basınç-tork değerini seçiniz.

- Daha sonra kontra somununu tekrar kapayınız.

- Dayama kolunu doğru şekilde dayama noktasına ayarlayınız.

Hidrolik torkmetre

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Hidrolik torkmetreyi tanıdınız mı?		
Hidrolik torkmetrede kaplin bağlantılarını yaptınız mı?		
Hidrolik torkmetreyi istenilen torkta ayarladınız mı?		
İstenilen birleştirme elemanlarını istenilen torkta kontrol ettiniz mi?		
Güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
İşi zamanında bitirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Hidrolik torkmetrelerde güç iletimi nasıl yapılır?
A) Kaplinlerle
B) Dişlilerle
C) Kollar vasıtasıyla
D) Manivelalarla

2. Hidrolik torkmetrelerde kaplinli bağlantılar nasıl yapılır?
A) Tornavida ile
B) Pense ile
C) El ile
D) Lokma takımı ile

3. Hidrolik torkmetrelerde basınç ayarını kim yapar?
A) Fabrikada yapılır.
B) Müşteri yapar.
C) Kullanan teknisyen yapar.
D) Herkes yapar.

4. Hidrolik torkmetrelerde dayama kolu ne yapılır?
A) Elle tutulur.
B) Uygun bir yere dayanır.
C) Boş bırakılır.
D) Kullanılmasına gerek yoktur.

5. Hidrolik torkmetrelerde kalibrasyonu kimler yapar?
A) Ustalar
B) Yetkili firmalar
C) Teknisyenler
D) Herkes yapabilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Rüzgâr türbinlerinde kanat hasarlarını giderip bakımlarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

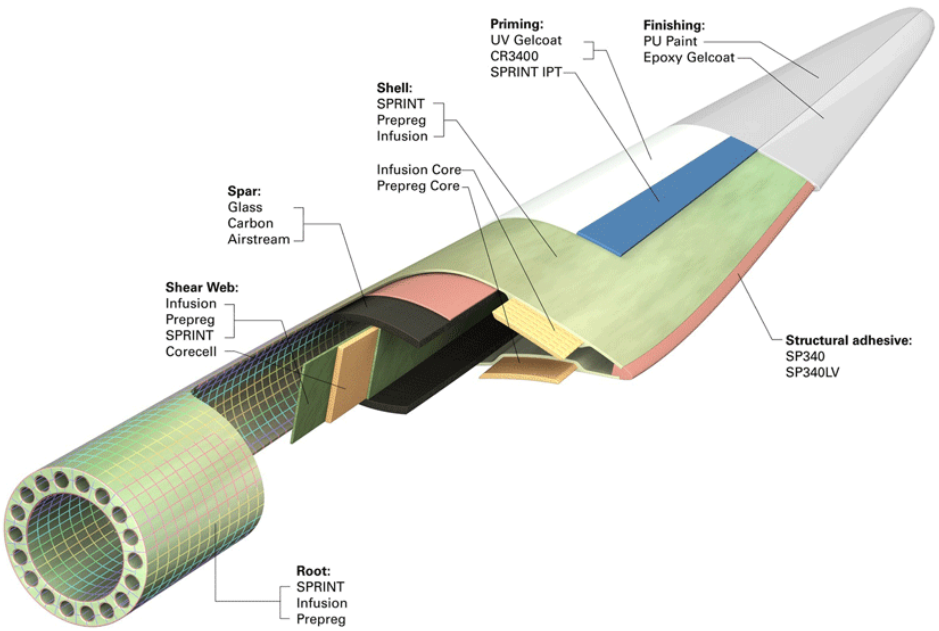
- Bölgenizdeki rüzgâr türbinlerini geziniz.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini parçalarını inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde rüzgâr türbini, sanayi kuruluşu, büyük kapalı alanlar da (Kapalı pazar yeri vb.) inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

2. KANAT HASARLARINI GİDERME

Pervane, bir rüzgâr türbinin en önemli ve en çok göze batan parçasıdır. Pervane rüzgârdaki kinetik enerjiyi alır, mekanik mil enerjisine dönüştürür. Bir rüzgâr türbin pervanesinin bileşenleri; kanatlar, pervane göbeği, mil, mil yatağı ve diğer içsel parçalardır.

Pervanenin kanatları göbek (hub) döner ünitesine monte edilir. Göbek (hub) döner ünitesi; göbek, cıvata ve somunlar, kanat rulmanları, yiv sistemi ve diğer iç bileşenlerden oluşur. Göbek (hub) kanadın en önemli bileşenlerinden birisidir ve yüksek mukavemet özelliğine sahip olması gerekir. Kanat kökünün bükülme momentinden dolayı yinelemeli yüklemeye maruz kalır. Göbeğin kendine özgü yapısından ve beklenen yüklenmelerden dolayı küresel grafit dökme demir gibi özel demir alaşımlarından üretilir.



Şekil 2.1: Rüzgâr türbini kanat yapısı

Kanatların kontrol edilme periyotları aşağıda açıklanmıştır:

- Her yıl rutin olarak bir kere
- Üretici garanti kapsamından çıkıldığında
- Kule ve dişli kutusunun aşırı vibrasyon hatası vermeleri üzerine
- Çalışma sırasında kanatların içinden veya dışından ses gelmesi hâlinde
- Sahaya yıldırım düşmesi hâlinde
- Düşük üretim değerleri
- Fırtına sonrası sistemin kapanması durumunda

Resim 2.1: Kanat bakımını yapan teknisyen

2.1. Kanat Arıza Çeşitleri

2.1.1. Yıldırım Hasarları

Yıldırım sonrası kanat kontrol edilerek gerekli yapısal ve kozmetik tamiratlar gerçekleştirilir.

Resim 2.2: Yıldırım hasarı

2.1.2. Üretim ve Nakliye Hasarları

Nakliye sonrası limanda veya sahada kanatlar kontrol edilerek yapısal veya kozmetik hasarlar tamir edilir.

2.1.3. İç –Yapısal Hasarlar

Kanadın içerisinden müdahele edilerek vurma, çarpma sonucu oluşmuş hasarlar tamir edilir.

Resim 2.3: Bir kanadın iç yapısı

2.1.4. Ön Kep (Hücum Kenarı) Erozyonu

Erozyon sonucu bozulmuş önkep formu düzeltilir ve önkep isteğe göre koruyucu folyo veya boya ile kaplanır.

2.1.5. Ayrılma Hasarları

Önkep, arkakep ve omurgalarda tespit edilen yapışmanın açıldığı noktalar tamir edilerek kanadın tekrar operasyonel olması sağlanır.

Resim 2.4: Rüzgâr kanadı ayrılma hasarı

2.1.6. Yapısal Çatlaklar

Üretim veya aşırı yüklerden kaynaklanan yapısal çatlaklar kaldırılıp laminasyon planına ve üretim metoduna göre tekrar imal edilir.

Resim 2.5: Montaj bekleyen kanatlar

2.2. Kanat Üzerindeki Çatlak ve Kırık Hasarları

RT kanatları, dişli kutusu ile beraber en fazla yıpranan kısımdır. Bu yüzden kanat bakımı son derece önemlidir. Sürekli dış ortamlarda bulunduğundan atmosfer koşulları ve aerodinamik çalışma şartlarından dolayı yorulabilmektedir. Nem, sıcaklık, yıldırım gibi doğa olaylarına maruz kaldığından standart bakımları dışında da bakım yapmak gerekmektedir.

Rüzgâr türbinlerinde kanat bakımında standart her bakım yapılır. Ayrıca özel bakım gerektiren zamanlar da vardır.

Rüzgâr türbinlerinde kanat bakımı aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek yapılır.

Resim 2.6: Kanat üzerinde yapılan bakım

2.2.1. Giriş Lombozlarının Contalarına Silikon Spreyi Püskürtme

- Giriş lombozlarının contası kontrol edilir.
- Hasar tespit edildiği takdirde conta yenilenir.
- Contaya silikon spreyi püskürtülür.

Resim 2.7: Yıldırım düşmüş bir kanat

2.2.2. Dahili Görsel Kontrol

- Kanat dibindeki kapak sökülür.
- Yanınıza el feneri ve fotoğraf makinesi alarak köprülerin arasında kanat ucuna doğru gidebildiği kadar gidilir.
- Yapıştırma noktalarında çatlaklar ve yapıştırıcıda büyük patlamalar olup olmadığı dikkatlice kontrol edilir.
- Paratoner kablosunun sıkıca oturup oturmadığı ve hasarsız durumda olup olmadığı kontrol edilir.
- Dikkat çekici durumlar fotoğraflarla belgelenir.

Resim 2.8: Kanat fabrikası

Kontrol raporu hazırlanan kanatlar, yerde veya türbin üzerinde tamir edilir. Kompozit tamiratları için el yatırması, vakum torbalama, vakum infüzyon teknikleri kullanılır.

Resim 2.9: Kanatın sökülmüş hâli

2.2. Kanat Temizliği

Hasarlı veya kirli kanatlar bir türbinin genel verimliliğini azaltabilir. Bu olumsuzluğu pratik bir şekilde, en kısa zamanda gidermek gerekir. Teknisyenler, pratik ve kısa zamanda problemli kanatlara ulaşıp gerekli tamir ve bakımı yapar.

Rüzgâr türbini çeşitli dış etkilerden zarar görebilir ya da bozulmuş olabilir. Kum, buz, yağmur, UV ışınları ve böcekler bu ciddi etkilerden bazılarıdır. Genellikle küçük bir sorun ile başlayan ve erken müdahale yapılmayan türbinlerde büyük maliyetler ortaya çıkmaktadır. Türbinler için muayene ve düzenli bakım, lüks değil bir zorunluluktur.

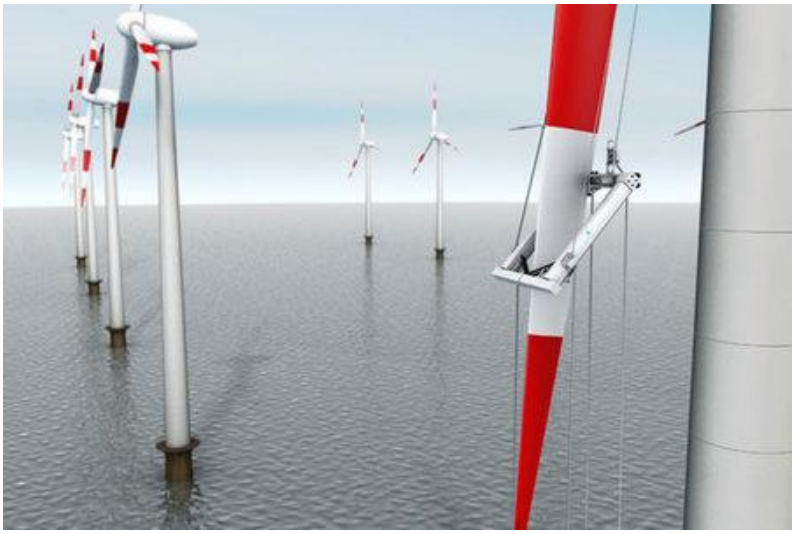
RT kanatları atmosfer koşullarına en çok maruz kalan kısımdır. Kanat yüzeyi hava kirinden, yağ ve diğer kirleticilerden su, kimyasal veya abrasif yöntemler kullanılarak temizlenir. İhtiyaca göre boya uygulaması gerçekleştirilir.

RT'lerin kanat bakım ve boyaması 6 aylık ve yıllık bakımlarda yapılır. Ayrıca kanatların uç kısmı belli aralıklarla boyanır.

Resim 2.10: Kanat temizliği

Rüzgâr türbinlerinde rotor kanatları bakım işlem basamakları şunlardır:

- Kanattaki yabancı cisimler ve yapışkan artıklar temizlenir.
- Kapağın cıvatalarının dişlerine orta sertlikte bir cıvata emniyeti (örneğin orta sertlikte "Loctite") sürülür.
- Kanat dibindeki kapak tekrar vidalanır.



Resim 2.11: Kanat temizliği

UYGULAMA FAALİYETİ

Rüzgâr türbini kanatlarının hasar kontrolünü ve bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Öğretmeninizin gözetiminde talimatnamelere uygun olarak rüzgâr türbininin yanına geliniz. ➢ Rüzgâr türbini kanatları görsel kontrolünü yapınız. ➢ Jeneratörün vibrasyon kontrolünü yapınız. ➢ Kanat arızalarının neler olduğunu bilinmelidir. ➢ Lomboz kapaklarının conta sıkılma ve bakımları yapınız. ➢ Kanat arıza ve kanat içi bakımları yapınız. ➢ Kanat temizliği ve kanatların ucunun boyanması işlemini takip ediniz.	➢ Güvenlik önlemlerini alınız. Sistemi bakım moduna alınız. Baret, eldiven, güvenlik askısı, ışık ve telsiz/telefon gibi malzemeleri bulundurunuz. ➢ Kanatların görsel kontrolü sakin bir ortamda yapılmalıdır. ➢ Kanatlarda nelerin arızalandığı verilen bilgiler ışığında kontrol edilmelidir. ➢ Kanatlar belli aralıklarla temizlenir ve uç kısımları boyanır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Rüzgâr türbininin yanına geldiniz mi?		
Rüzgâr türbini kanatları görsel kontrolünü yaptınız mı?		
Jeneratörün vibrasyon kontrolünü yaptınız mı?		
Kanat arızalarının neler olduğunu öğrendiniz mi?		
Lomboz kapaklarının contalarını sıkıp bakımlarını yaptınız mı?		
Kanat arıza ve kanat içi bakımları yaptınız mı?		
Kanat temizliği ve kanatların ucunun boyanması işlemini takip ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise "Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Rüzgâr türbinlerinde en çok yıpranan parçalar, kanatlar ve şanzumandır
2. ( )Kanatlar ağaç, metal ve karbon kompozit malzemeler yapılır.
3. ( )Yıldırım hasarları, nakliye hasarları, yapısal hasarlar, ayrılma hasarları ve yapısal çatlaklar kanatlarda görülen arızalardandır.
4. ( )Lombozlar kanatların giriş penceresidir.
5. ( )Kanatların temizliği her üç ayda bir yapılmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Yıldırım koruma sistemi ve kablo hatlarının kontrol ve bakımını yapabileceksiniz.

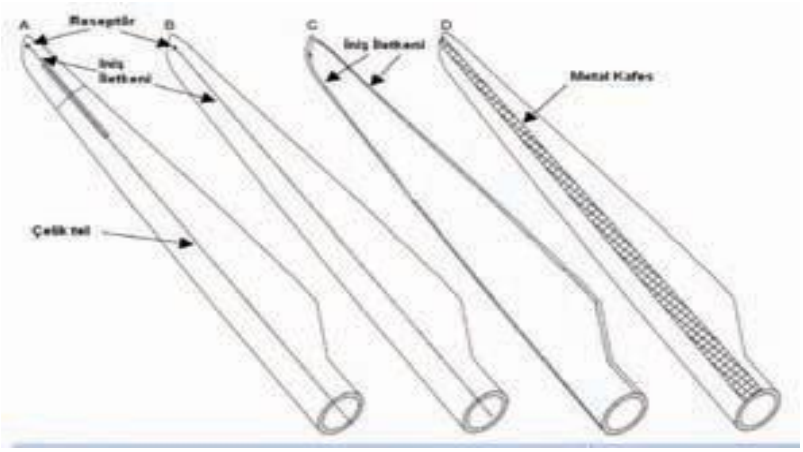
ARAŞTIRMA

- İnternet üzerinden rüzgâr türbini montaj aşamalarını inceleyiniz.
- Paratoner sitemlerini inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde rüzgâr türbini, sanayi kuruluşu, büyük kapalı alanlar da (Kapalı pazar yeri vb.) inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

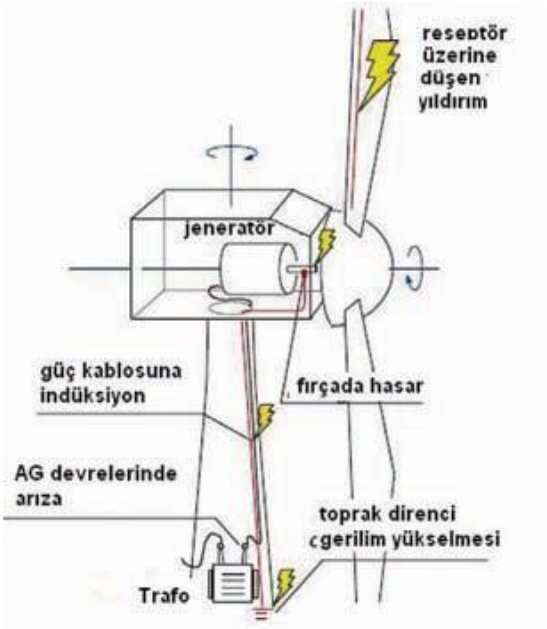
3. YILDIRIM KORUMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ

Rüzgâr türbinlerinin yıldırım koruma sistemi, doğrudan ve yakındaki yıldırım düşmesinin etkilerinden korunmayı hedefler. Rüzgâr türbinlerinde yıldırım koruma sistemi, dünya çapında rüzgâr türbini uygulamalarında çok iyi performans göstermiştir.

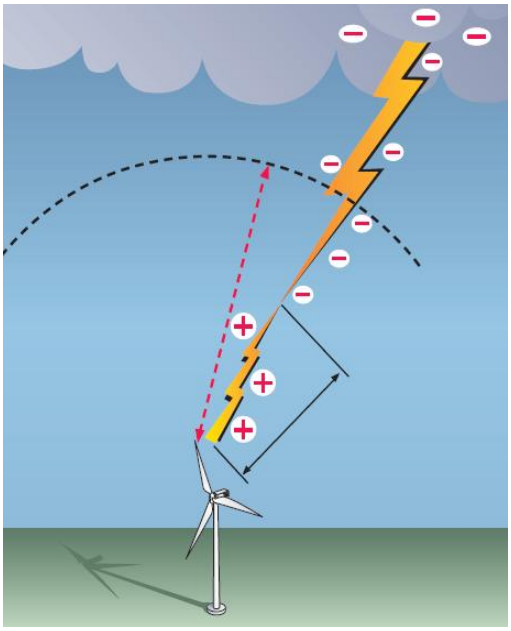


Şekil 3.1: Kanat içi yıldırım koruma sistemi

Her kanatta bir paratoner sistemi vardır. Paratonerler iki tarafta kanat yüzeyinin hafif üzerine doğru çıkıntı yapar. Kanat içinde bulunan esnek bir iletken, paratonerlerden ana gövdeye iletimi sağlar. Göbek içinde bulunan elektriksel ve hidrolik ekipman, göbeği Faraday kafesi sayesinde tamamen korumaktadır.



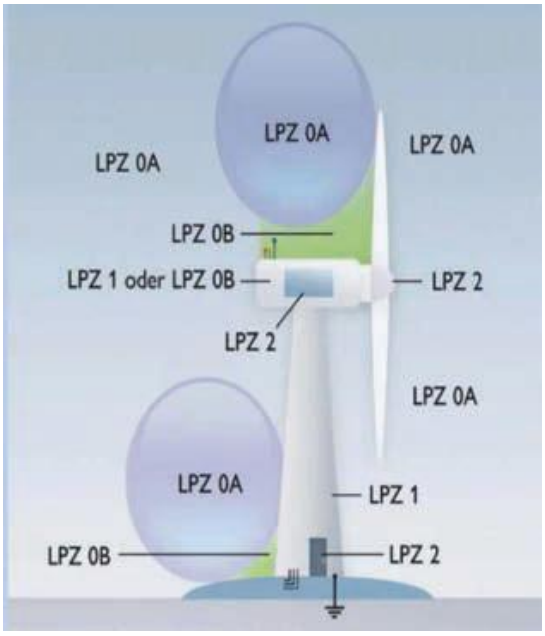
Şekil 3.2: Klasik rüzgâr türbini yıldırım korunması



Şekil 3.3: Rüzgâr türbinine yıldırım düşmesi

3.1. Yıldırım Koruma Sisteminin Bağlantılarını Kontrol Etmek

Değişik bölgelerdeki komponentler ve elektriksel cihazlar, olası tehlikelere karşı dayanıklı olmalıdır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, hataları ve sistem duruşlarını önlemek için bölge geçişlerinde uygun ölçümler yapılmalıdır. Koruma, yıldırım ve aşırı gerilim koruma faktörlerini içeren ekranlama ve eş potansiyel bağlantı ile sağlanır. Yıldırım ve aşırı gerilim koruma modülleri, elektriksel darbeleri zarar veremeyecek bir düzeye düşürür. Enerji tarafını korumak için üç kademeli bir koruma kavramı gereklidir.

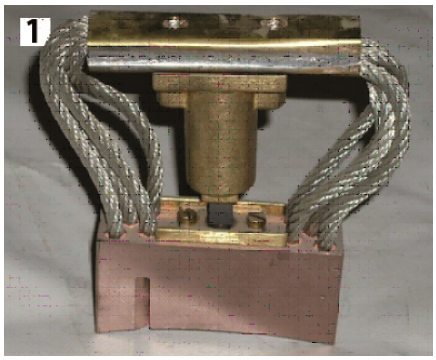


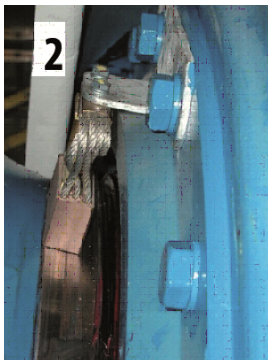
Şekil 3.4: Yıldırım koruma bölgeleri

Rüzgâr türbinlerinde kanatların yıldırım koruma bağlantıları her bakımda yapılması gereken bakımlardandır.

Rüzgâr türbinlerinde kanatların yıldırım koruma işlem basamakları şunlardır:

- Rotor milindeki paratoner fırçaları, aşınma ve kılavuzlarda rahat hareket etme açısından kontrol edilir.
- Kontak bileziği yüzeyleri temizlenir.
- Tespit edilen yıldırım aracılığıyla oluşan akım işaretleri periyodik bakım raporunda notlar bölümünün altına eklenir.
- Paratoner vidalı bağlantılarının sıkma torkları, cıvata kontrolünde açıklandığı şekilde kontrol edilir.





Paratoner fırçası 1 Paratoner fırçası sökülü 2.Paratoner fırçası rotor milinde

Kontak kömürüne ait yay elemanınım stroku 15 mm'dir.

Metal oxid kesmeler, cihazların türbin kontrolörünü korur. Cihazlar doğrudan yıldırım çarpması durumunda patlamayı önlemek için mekanik aşırı yükleme korumasıyla kurulmuştur. DIN rayları, dolap kapıları ve bileşenler gibi tüm metal kısımlar etkin şekilde topraklanmıştır.

Çelik kule, nasel ve kontrolörden toprağa bir iletken görevi yapar. Toprak bağlantısı temeldeki nervürlü çeliğin ağır bağlama işlemi veya tek direkli bir temele doğrudan kuplajla sağlanır.

3.2. Yıldırım Koruma Sisteminin Kablo Hatlarını Kontrol Etmek

Yıldırım koruma sistemi kablo hatları kontrolleri 1, 3 ve 4 bakımlarda yapılır.

Yıldırım koruma sistemi kablo hatları kontrol aşamaları aşağıdaki gibidir:

- Tavandan makine taşıyıcısına olan paratoner kablosunun sabitlemesini kontrol ediniz. Paratoner kablosu dönen parçalara temas etmemelidir.
- Kablo bağlantısının sıkma torku açıklandığı şekilde kontrol edilir.
- Kontak bileziği aktarıcısının dıştan hasarsız durumda olup olmadığı kontrol edilir.
- Kablo girişlerinin sıkı oturup oturmadığı kontrol edilir.
- Bağlantı kabloları hasarsızlık ve doğru sabitlenme açısından kontrol edilir.
- Tork desteklerinin sıkı oturup oturmadığı kontrol edilir.

Resim 3.2: Yıldırım koruma kablo hatları ve bağlantıları

UYGULAMA FAALİYETİ

Rüzgâr türbininin yıldırım koruma sistemini kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Öğretmeninizin gözetiminde talimatnamelere uygun olarak bir rüzgâr türbininin yanına geliniz. ➢ RT'nin kanadının görsel kontrolünü yapınız. ➢ RT'nin yıldırım koruma sistemini kontrol ediniz. ➢ RT'nin yıldırım koruma ve bağlantı noktalarının gözden geçiriniz. ➢ Paratoner fırçaların kontrollerini yapınız. ➢ Yıldırım koruma sistemi kablo hatlarının kontrolünü yapınız.	➢ Güvenlik önlemlerini alınız. Sistemi bakım moduna alınız. Baret, eldiven, güvenlik askısı, ışık ve telsiz/telefon gibi malzemeleri bulundurunuz. ➢ Kanadın görsel kontrolünü sakin bir ortamda yapılmalıdır. ➢ Yıldırım koruma sistemini inceleyiniz. ➢ Bağlantı noktalarında yanma ve deformasyon olup olmadığına bakılmalıdır. ➢ Paratoner fırçalarının sağlam olup olmadığına ve fırçalarda deformasyon olup olmadığına bakılır. ➢ Kablo hatlarının kontrolü ve sağlamlığı kontrol edilir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Rüzgâr türbininin yanına geldiniz mi?		
Rüzgâr türbini kanatları görsel kontrolünü yaptınız mı?		
RT'nin yıldırım koruma sistemini kontrol ettiniz mi?		
RT'nin yıldırım koruma ve bağlantı noktalarının gözden geçiriniz.		
Paratoner fırçaların kontrollerini yaptınız mı?		
Yıldırım koruma sistemi kablo hatlarının kontrolünü yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Rüzgâr türbinlerinde her kanatta paratoner sitemi olmayabilir
2. ( ) Rotor milinde paratoner fırçaları çok sıkı oturmalıdır.
3. ( ) Kablo girişlerinin sıkı oturup oturmadığı çok önemli değildir.
4. ( ) Bağlantı kabloları hasarsız ve doğru tespit edilmelidir.
5. ( ) Kontak bileziği hatları daima temiz olmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–4

AMAÇ

Rüzgâr türbinleri topraklama sistemlerini tanıyıp kontrol ve bakımlarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgemizde rüzgâr türbinlerini geziniz.
- Topraklama sistemlerini araştırınız.
- Topraklama kabloları hakkında bilgi toplayınız.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini montaj aşamalarını inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde rüzgâr türbini, sanayi kuruluşu vb. yerlerde inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

4. TOPRAKLAMA SİSTEMİNİN KONTROLÜ

Rüzgâr türbini tesislerinde topraklama için özel gereklilikler vardır. Bu tesisler, çoğunlukla kilometrelerce uzanan bir alana dağılmış olup modern türbin kulelerinin yüksekliğinden dolayı yıldırım çarpmalarına daha sık maruz kalır. Genellikle direnci yüksek zeminde tepelerin üzerinde kurulmuştur. Bu yüzden normal topraklama işlemlerini bu tesislerde uygulamak pek kolay değildir ve özel uygulamalar gerekmektedir.

Rüzgâr santralinin bütün ekipmanlarının kesintisiz bir topraklama sistemine bağlanması gerekir. Bu topraklama sistemine ara istasyonlar, transformatörler, kuleler, rüzgâr türbin jeneratörleri ve elektronik ekipmanlar da dahil edilmelidir. Bu uygulama, genelde çıplak bir iletkenin güç toplama kablosu boyunca eklenmesi sonucunda rüzgâr santrali tesisindeki tüm ekipmanların hem birbirine bağlanmış olmasını sağlar hem de uzun yatay bir elektrot görevi yaparak topraklama sisteminin direncini azaltır. Bir rüzgâr santralinde topraklama sistemi hem 50 / 60 Hz elektrik şebekesi akım frekansları için hem de tipik olarak 10 µs'den daha az yükselme süresi olan yıldırım düşmelerine karşı etkin şekilde çalışabilmelidir. Normal olarak hem elektrik şebekesi akım frekansları için hem de yıldırım düşmelerine karşı aynı fiziksel topraklama sistemi kullanılmakla beraber topraklama sisteminin yıldırım akımının yüksek frekanslı bileşenlerine karşı tepkisi, 50 Hz şebeke akımına olan tepkisinden çok daha farklıdır.

Resim 4.1: Rüzgâr türbini temel topraklama filizleri

Bütün elektrik santrallerinde aşağıdaki sebeplerden dolayı topraklama yapılması gerekmektedir:

- Çalışanların ve çevredeki hayvanların elektriğe çarpılma tehlikesinin en aza indirilmesi
- Kaçak akımların toprağa geçmesi için düşük empedanslı bir hat tesis ederek çalışma için etkin bir koruma elde edilmesi
- Gerilimin makul sınırlar içinde kalmasının sağlanması ve yıldırıma karşı korumanın artırılması
- Yüksek elektrik potansiyeli farklarının oluşmasını önleyerek çalışanların ve ekipmanların korunması

Resim 4.2: Kule topraklama bağlantısı

4.1. Topraklama Sisteminin Bağlantılarını Kontrol Etme

Topraklama siteminin temelde iki adet görevi vardır.Bunlar;

- Gerilimin makul sınırlar içinde kalmasının sağlanması ve yıldırıma karşı korumanın artırılması,
- Yüksek elektrik potansiyeli farklarının oluşmasını önleyerek çalışanların ve ekipmanların korunmasıdır.

Topraklama sisteminin topraklama direnci ve yalıtkanlık direnci kontrolleri yapılır.

Resim 4.3: Topraklama bağlantısı

4.2. Topraklama Sisteminin Kablo Hatlarını Kontrol Etme

Topraklama hatları ve kabloların hasar ve sıkı oturma açısından kontrolü 1, 3 ve 4. bakımlarda yapılır.

- Topraklama hatlarının hasarlı olup olmadığını kontrol edilir.
- Topraklama hatlarına ait kablo kelepçelerinin sıkı oturup oturmadığını kontrol edilir.
- Topraklama hatlarının sabitlemesini kontrol edilir.

Resim 4.4: Topraklama birleşim noktası

UYGULAMA FAALİYETİ

Rüzgâr türbini ve eğitim kiti topraklama uygulaması yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Öğretmeninizin gözetiminde talimatnamelere uygun olarak rüzgâr türbininde veya eğitim kitinizde topraklama bağlantılarını yapınız. ➢ Topraklama direncini ölçünüz. ➢ Topraklama elemanlarını kontrol ediniz. ➢ Topraklama kablolarının kontrolünü yapınız. ➢ Topraklama kabloları geçiş yerlerinin kontrollerini yapınız.	➢ Güvenlik önlemlerini alınız. Sistemi bakım moduna alınız. Baret, eldiven, güvenlik askısı, ışık ve telsiz/telefon gibi ➢ malzemeleri bulundurunuz. ➢ Zaman içerisinde topraklama elemanlarında aşınma ve deformasyon olabilir. ➢ Kablolarda gevşeklik olabilir.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Rüzgâr türbininde veya eğitim kitinizde topraklama bağlantılarını yaptınız mı?		
Topraklama direncini ölçtünüz mü?		
Topraklama elemanlarını kontrol ettiniz mi?		
Topraklama kablolarının kontrolünü yaptınız mı?		
Topraklama kabloları geçiş yerlerinin kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "**Hayır**" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "**Evet**" ise "Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Rüzgâr türbinlerinde topraklamanın amaçlarından biri gerilimi makul sınırlar içerisinde tutmaktır.
2. ( ) Rüzgâr türbinlerinde topraklamanı amaçlarından biri de canlıların çarpılma tehlikesini en aza indirmektir.
3. ( ) Rüzgâr türbinlerinde güç kablolarının sabitlenmesi sıkı olmalıdır.
4. ( ) Topraklama sistemi yıllık bakımlarda kontrol edilir.
5. ( ) Topraklama direnci önemli değildir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. ( ) Hidrolik torkmetrede güç iletimi kaplinlerle yapılır.
2. ( ) Hidrolik torkmetrelerde dayama kolu el ile tutulur.
3. ( ) Rüzgâr türbininde en çok yıpranan parçalar kanatlar ve şanzumandır.
4. ( ) Lombozlar kanatların giriş penceresidir.
5. ( ) Kanatların temizliği her üç ayda bir yapılmalıdır.
6. ( ) Yıldırım hasarları, nakliye hasarları, yapısal hasarlar, ayrılma hasarları ve yapısal çatlaklar kanatlarda görülen arızalardandır.
7. ( ) Rüzgâr türbinlerinde her kanatta paratoner sitemi olmayabilir.
8. ( ) Rotor milinde paratoner fırçaları çok sıkı oturmalıdır.
9. ( ) Bağlantı kabloları hasarsız ve doğru tespit edilmelidir.
10. ( ) Kontak bileziği hatları daima temiz olmalıdır.
11. ( ) Kablo girişlerinin sıkı oturup oturmadığı çok önemli değildir.
12. ( ) Rüzgâr türbinlerinde topraklamanın amaçlarından biri gerilimi makul sınırlar içerisinde tutmaktır.
13. ( ) Rüzgâr türbinlerinde topraklamanın amaçlarından biri de canlıların çarpılma tehlikesini en aza indirmektir
14. ( ) Rüzgâr türbinlerinde güç kablolarının sabitlenmesi sıkı olmalıdır.
15. ( ) Topraklama sistemi yıllık bakımlarda kontrol edilir.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	C
4	B
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Yanlış
12	Doğru
13	Doğru
14	Doğru
15	Doğru

KAYNAKÇA

- BETRIEBS-ANLEITUNG **HYTORC AVANTI RÜZGÂR SANTRALİ İÇEREN ELEKTRİK SİSTEMLERİNDE ETKİLENMELER VE KISA-DEVRE İNCELEMESİ**
- [1] E70 2,00 MW Technical Data Sheet**, ENERCON GMBH, GERMANY, p**p 19-31,2006.
- [2] V80 2,00 MW Technical Data Sheet, **VESTAS WIND SYSTEMS, DENMARK,**
- pp 2-4, 2006.
- [3] DEWIND **D8.2 2,0 MW Wind Converter Technical Brochure, UE ENERGY WIND**
- LTD, UNITED KINGDOM, pp 3-7, 2006.
- [**4] S70 / S77 1500 kW High-Efficiency Wind Turbines Product Data Sheet**, NORDEX
- ENERGY GMBH, GERMANY, pp 4-5, 2005.
- [5] Technical specification of the SWT-1.3 MW-62 **Wind Turbine, SIEMENS AG POWER GENERATION,** GERMANY, pp 1-2, 2006
- DURAK, Murat, Serra ÖZER, **Rüzgâr Enerjisi Teori ve Uygulamaları Ener/MET,** Ankara, 2012.